hochverdienten F. Toula in zwei Hauptglieder: rhätischen Kalk (Bivalvenkalk, dunkler Bänderkalk und Pentacrinitenkalk) und hellen Dolomit und dolomitischen Kalk mit Gyroporellen, zerlegt wurde. »Die Gyroporellenfunde«, sagt Toula,[1] »zwingen förmlich zu einem Vergleich mit den Diploporenkalken der Radstädter Tauern«, und was die rhätischen Gesteine des Semmering betrifft, so haben sie in den rhätischen Bivalvenbänken und den dunklen crinoidenführenden Kalken der Pyritschiefer ein gutes Seitenstück, wie gleichfalls schon Toula richtig betont hat.[2] Die Analogie ist allerdings in mehrfacher Beziehung, wenn wir unser heutiges Wissen als Grundlage nehmen, nicht vollständig. Gesteine, die den Pentacrinuskalken des Semmering sehr ähnlich sehen, finden sich in den Tauern im Jura, der unter den Gesteinen des Semmering vorläufig noch nicht figuriert. Es ist indessen nicht unwahrscheinlich, daß man sich früher oder später entschließen wird, die Pentacrinuskalke des Semmering in den Lias einzureihen. Ferner sind in den Radstädter Tauern die rhätischen Schichten vom Diploporendolomit leicht trennbar; am Semmering ist aber eine derartige Trennung mindestens sehr schwierig. Noch sonderbarer ist der Umstand, daß die rhätischen Bänderkalke und Pentacrinitenkalke, wie auch Toula bestimmt hervorhebt, immer unmittelbar auf dem Semmeringschiefer und Quarzit liegen, während der Gyroporellendolomit ein höheres Niveau einzunehmen scheint.[3]

Trotz dieser noch nicht beseitigten Differenzen ist die Analogie der Zusammensetzung unverkennbar und um so beachtenswerter, als auch hinsichtlich des geologischen Baues eine gewisse Übereinstimmung besteht, sofern nämlich die mesozoischen Semmeringgesteine in Schollen auftreten, die im allgemeinen nach Norden einfallen und hier unter paläozoische Gesteine tauchen. Da die zentralalpine Trias der Ost-

---

[1] Führer für die Exkursion auf den Semmering, IX. Internationaler Geologenkongreß, Wien, 1903, p. 30.

[2] Geologische Untersuchungen in der »Grauwackenzone« der nordöstlichen Alpen. Denkschriften der kaiserl. Akad., math.-naturw. Klasse, 50. Bd., 1885, p. 180.

[3] Ebendaselbst, p. 128.

alpen mit der Trias der inneren Zonen der Westalpen zweifellos in nahen Beziehungen steht, so wird die Anschauung P. Termier's,[1] der die Schichtenfolge des Semmering mit der der Vanoise verglichen hat, durch diese Auffassung bekräftigt.

Die Verfolgung der Quarzite und Semmeringkalke nach Nordosten führt durch das Rosaliengebirge in das Leithagebirge und von da in die Hundsheimer Berge und die Kleinen Karpaten. Die Kalke und Quarzite des Rosaliengebirges wurden stets als »Semmeringkalke« und -Quarzite angesprochen und sowohl mit den Bildungen des Semmering wie mit den Quarziten und Kalken des Leithagebirges in Beziehung gebracht. Die leichte Metamorphose dieser Gesteine verleiht ihnen ein geologisch älteres Aussehen und so ist es begreiflich, daß man sie früher als paläozoische »Grauwacken« angesprochen hat, eine Auffassung, die sonderbarerweise auch heute noch nicht ganz verschwunden ist, obwohl es doch nicht zweifelhaft sein kann, daß es dieselben Gesteine sind, in denen Toula am Semmering mesozoische Versteinerungen aufgefunden hat. Crinoiden, gewissermaßen die Fazies-Fossilien dieser Kalke, sind übrigens in Spuren auch in den Kalken des Leithagebirges, z. B. in Wimpassing nachweisbar.

Die Quarzite und Kalke des Leithagebirges finden ihre Fortsetzung in den Hundsheimer und Hainburger Bergen, wo diese Bildungen bis an die Donau herantreten und den Strom übersetzen, um am jenseitigen Ufer bei Theben-Neudorf in den Kleinen Karpaten wieder aufzutauchen.[2] Sie entsprechen nicht den gesamten mesozoischen Ablagerungen der Kleinen Karpaten, sondern nur jenem inneren, unmittelbar den Zentralkern bedeckenden Gürtel, der die hochtatrische Zone der Kleinen Karpaten repräsentiert.[3]

Diese Zone besteht, analog den Semmeringgebilden, aus einem unteren Quarzitniveau und einer oberen, wesentlich

---

[1] Comptes Rendus de l'Academie, Paris, 16. November 1903.

[2] Die Zusammengehörigkeit der Quarzite und Kalke an beiden Ufern der Donau ist namentlich von Toula und Kornhuber betont worden.

[3] Vergl. Beck und Vetters, Geologie der Kleinen Karpaten, Beiträge zur Pal. und Geol. Österreich-Ungarns, Wien, XVI, p. 33.

V. Uhlig, Bau und Bild der Karpaten, Wien 1903, p. 676.

kalkigen Abteilung. An der Identität der hochtatrischen Quarzite der Kleinen Karpaten, die man vorzugsweise als Permquarzite hingestellt hat, mit den Quarziten des Semmering ist bei der petrographischen Übereinstimmung und dem klarliegenden räumlichen Zusammenhange nicht zu zweifeln und so wird es hier im alpin-karpatischen Grenzgebiete offenkundig, daß die »Permquarzite« der hochtatrischen Zonen der Karpaten nichts anderes sind als die permotriadischen oder untertriadischen Quarzite der Zentralalpen und der inneren Zonen der Westalpen.

Die hochtatrischen Kalke der Kleinen Karpaten scheinen auf den ersten Blick keine oder wenig Verwandtschaft mit den Semmeringkalken zu zeigen: werden doch diese als triadisch, jene vorwiegend als liasisch bezeichnet. Sieht man aber näher zu, so bemerkt man, daß die gesamte petrographische Ausbildung der Kalke ähnlich ist und daß namentlich die Plattenkalke und Crinoidenkalke mit ihren schimmernden Sericithäuten am Semmering kaum anders aussehen als in den Kleinen Karpaten.[1] Das verhältnismäßige Vorherrschen der Crinoidenfazies ist beiden Gebieten gemeinsam. Allerdings treten in der hochtatrischen Zone der Kleinen Karpaten die Dolomite zurück und in den Kalken sind an mehreren Punkten liasische Brachiopoden und Belemniten, in den schieferigen Zwischenlagen, den sogenannten Marienthaler Dachschiefern,[2] auch oberliasische Ammoniten gefunden, von denen am Semmering nichts bekannt ist.

Unter diesen Umständen ist es wohl begreiflich, daß am Semmering bisher nur von Trias, in den Kleinen Karpaten

---

[1] Dieser Ansicht ist auch F. Toula, Geolog. Untersuchungen in der Grauwackenzone der nordöstlichen Alpen, p. 155.

[2] Es verdient vielleicht erwähnt zu werden, daß die Fazies der Marientaler Dachschiefer mit der des Pyritschiefers eine gewisse Verwandtschaft zeigt. Der Marientaler Dachschiefer enthält auch ziemlich reichlich Pyrit, allerdings nicht in Form von Hexaedern, sondern von rundlichen Knoten. Andrerseits erinnert diese so vereinzelte Bildung auch an den Dachschiefer der Chablaisbreccie, wie auch die rhätischen Bivalvenkalke und die dunklen Kalke mit Pentacrinus der Schichtenserie der Chablais-Breccie mit der zentralalpinen und hochtatrischen Ausbildung gewisse Beziehungen aufweisen. (F. Jaccard, Brèche de la Hornfluh, 1904, p. 55.)

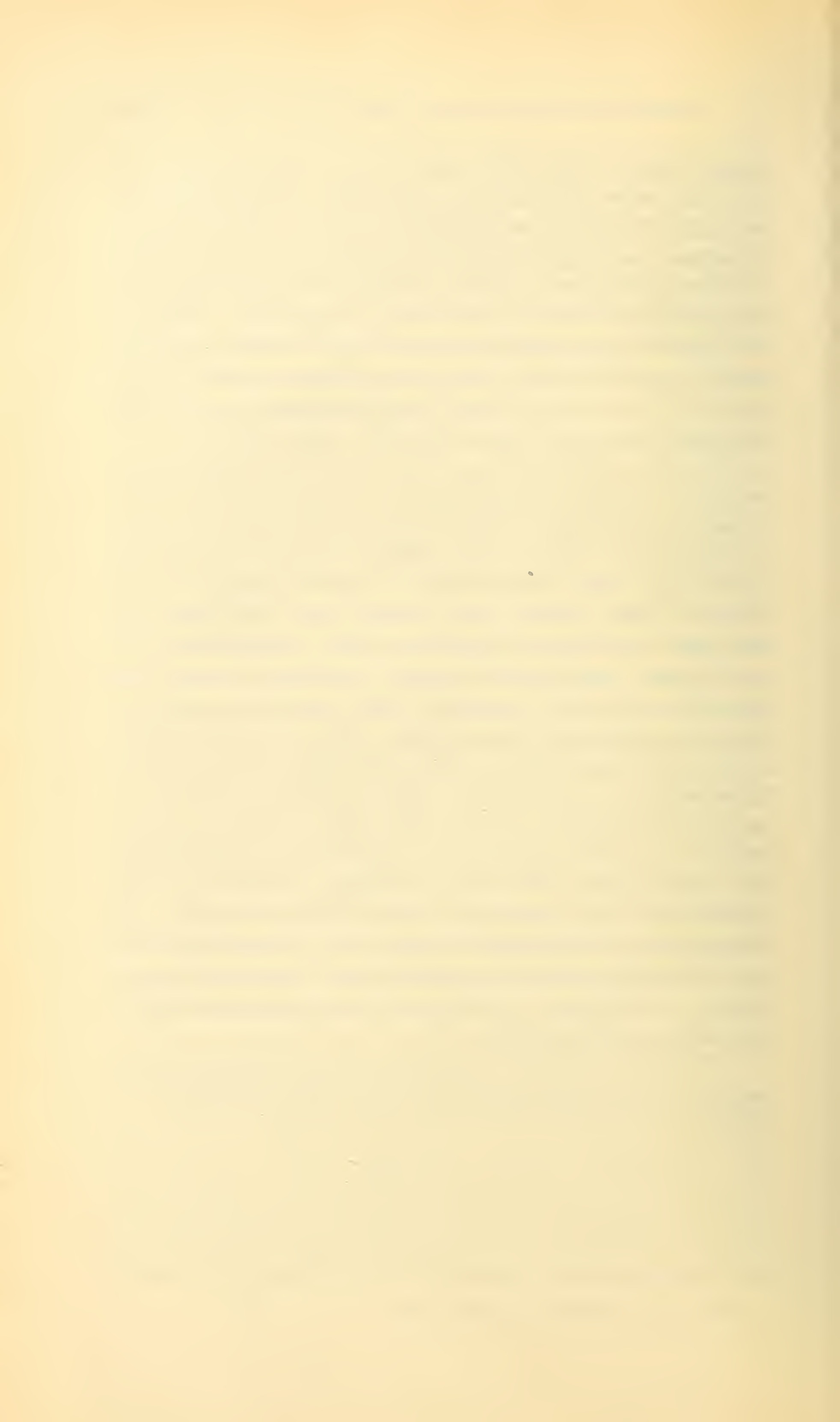
vorwiegend von Lias gesprochen wurde und eine befriedigende Übereinstimmung noch mangelt. Bei dem räumlichen Zusammenhange, der frappanten Ähnlichkeit der Fazies der Kalkbildungen, der Übereinstimmung der Quarzite und endlich der gemeinsamen, in gleichem Grade hervortretenden Metamorphose der Gesteine ist man aber wohl berechtigt, anzunehmen, daß es späteren Untersuchungen in diesen so schwierigen und spröden Gebieten dennoch gelingen werde, einen besseren Einklang herzustellen.

Die hochtatrische Zone der Kleinen Karpaten findet ihre Fortsetzung im Kerngebirge des Inovecz; auch hier besteht diese Zone aus Quarziten an der Basis und Kalken im höheren Horizonte. Neben den Quarziten treten hier rötliche sericitische Schiefer auf, die sich vielleicht zum Teil als Äquivalente der Semmeringschiefer erweisen werden. Die Kalke zeigen dieselbe Beschaffenheit und dieselbe leichte Metamorphose wie in den Kleinen Karpaten, doch erscheinen hier auch rote Kalke. Ob das weiter nordöstlich folgende Kerngebirge Suchy-Mala Magura eine hochtatrische Zone aufweist, ist leider noch nicht festgestellt, erst in dem nächstfolgenden Kerngebirge des Minčow sind wieder Spuren davon bekannt. In der Hohen Tatra endlich ist die hochtatrische Zone ausgezeichnet entwickelt, allerdings in einer Ausbildung, die von der der Kleinen Karpaten, des Inovecz und Mincsow nicht unbeträchtlich abweicht. Auf diese Differenzen einzugehen, wäre hier nicht am Platze, nur der merkwürdige Umstand sei hervorgehoben, daß die hochtatrischen Gesteine der Hohen Tatra, obwohl sie intensiver gefaltet erscheinen und höher emporgetrieben sind als in allen übrigen Kerngebirgen, dennoch keine nennenswerte Metamorphose, sondern das Aussehen sogenannter normaler Gesteine aufweisen.

Der äußeren Reihe der karpatischen Kerngebirge, die von den Kleinen Karpaten zur Hohen Tatra zieht, steht bekanntlich eine innere Reihe gegenüber, deren Hauptvertreter das Tribeczgebirge bei Neutra und die Niedere Tatra bilden. Die Kerngebirge der Niederen Tatra und des Tribecz sind mit hochtatrischen Zonen ausgestattet, die wiederum aus einer tieferen quarzitischen und einer höheren, kalkig-dolomitischen

Gruppe bestehen. Die weißen und grauen »Permquarzite« der genannten inneren Kerngebirge entsprechen den Quarziten und Sericitquarzitschiefern der Radstädter Tauern vielleicht noch etwas besser als die Quarzite der äußeren Reihe, da sie besonders im Tribeczgebirge sehr deutlich mit gefältelten grünlichgrauen Sericitphylliten verbunden sind und der klastische Ursprung des Gesteines etwas stärker verwischt ist. Die kalkige Abteilung besteht in der Niederen Tatra aus mächtigem grauen Triasdolomit mit vielen undeutlichen Versteinerungsspuren, der dem Diploporendolomit der Tauern ebenfalls näher steht, als z. B. der Dolomit des Semmering. Unter den Juragesteinen sind namentlich hellrote Crinoidenkalke zu erwähnen, deren Ähnlichkeit mit den Crinoidenkalken der Radstädter Tauern nicht zu übersehen ist. Crinoiden und äußerst selten Belemniten sind die hier wie dort nachgewiesenen Versteinerungen. In der Niederen Tatra stehen diese Gesteine bei Tepliczka mit Marmoren von grauer und grünlicher Farbe in Verbindung, die von Glimmer- und Chloritschüppchen durchwachsen sind. Wo diese Minerale stärker angehäuft sind, entstehen grünliche, glimmerig glänzende Zwischenlagen, die als Chloritsericitschiefer bezeichnet werden könnten. Wir stehen hier vor einer Metamorphose und einer Fazies der Juragesteine, die wir nur der im Tauerngebiete an die Seite stellen können. Und so scheint es, obwohl leider die so interessante hochtatrische Zone der Niederen Tatra nur sehr dürftig bekannt ist, nicht unberechtigt, heute schon von einer völligen Analogie des Mesozoicums der Radstädter Tauern mit der hochtatrischen Zone der Niederen Tatra zu sprechen und die hochtatrischen Zonen der Karpaten im weiteren Sinne der zentralalpinen Entwicklung gleichzustellen.

Vielleicht sind diese Bemerkungen geeignet, einen kleinen Beitrag zu den Beziehungen der Alpen zu den Karpaten zu liefern.



Zur Kenntnis der Reizbarkeit der *Centaurea*-Filamente nebst Bemerkungen über Stoßreizbarkeit

(II. Mitteilung)

von

L. und K. Linsbauer.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Wiener Universität.

(Vorgelegt in der Sitzung am 13. Dezember 1906.)

Unsere im Vorjahre durchgeführten Versuche mit *Centaurea*-Filamenten lenkten unsere Aufmerksamkeit auf eine Reihe offener Fragen bezüglich des Vorganges der seismonastischen Reizung. Die vorliegende Mitteilung bringt einen bescheidenen Beitrag zu deren Beantwortung; über ausgedehntere Versuche hoffen wir nach der kommenden Vegetationsperiode berichten zu können.

Reizschwelle.

Bei der Ermittlung der Reizschwelle für Stoßreize kann es sich naturgemäß nur um die Bestimmung der minimalen Reizgröße handeln, welche unter gewissen äußeren Bedingungen eben noch eine Reaktion auslöst (Reaktionsschwelle). Die Empfindlichkeitsschwelle im eigentlichen Sinne des Wortes, d. h. dasjenige Minimum der Reizgröße, welches noch perzipiert wird, ohne sich in erkennbarer Weise als Bewegung manifestieren zu müssen, liegt voraussichtlich tiefer, doch ist dermalen ihre Ermittlung ausgeschlossen. Ihre Bestimmung ist

an die Möglichkeit einer Summation intermittierender Reize[1] geknüpft, von denen jeder einzelne nicht hinreicht, eine Reaktion auszulösen.

a) Versuche mit fallenden Tropfen.

Zur Ermittlung der geringsten Stoßkraft, welche an den *Centaurea*-Filamenten noch zu einer Reaktion führt, gingen wir zunächst in der Weise vor, daß wir Tropfen destillierten Wassers aus einer entsprechend adjustierten, in ein Kapillarrohr mündenden Bürette auf die in horizontaler Lage befindlichen, von der Korollenröhre befreiten Filamente aus bestimmter Höhe fallen ließen und den Eintritt der Reaktion mit Hilfe des Wiesner'schen Horizontalmikroskopes[2] beobachteten. Das Gewicht der Tropfen läßt sich natürlich einfach aus dem Tropfendurchmesser oder — weniger genau — aus der Quantität des abfließenden Wassers bestimmen oder nach der von Wiesner angegebenen Methode[3] berechnen. Wie wir uns durch vielfache, nach den verschiedenen Methoden ausgeführten Messungen überzeugten, ist das Tropfengewicht bei bestimmtem Durchmesser der kapillaren Rohrmündung unter sonst gleichen Umständen konstant. Mit Verkleinerung des Mündungsdurchmessers sinkt die Tropfengröße nur bis zu einem bestimmten Maße; durch eine weitere Verengerung der kapillaren Öffnung läßt sich jedoch eine Abnahme des Tropfengewichtes nicht mehr erzielen. Das geringste Tropfenvolumen, welches wir zu erreichen vermochten, betrug $7 \cdot 24\, mm^3$, das Gewicht demnach annähernd $7 \cdot 24\, mg$.

Aus einer größeren Versuchsreihe mit *C. jacea* und *C. rhenana* soll hier beispielsweise nur ein Experiment angeführt werden.

C. jacea. 5. August, 5^h p. m.

Zimmertemperatur = 21·8° C.; relative Luftfeuchtigkeit = 63 %.

---

[1] Vergl. unten p. 1746.

[2] Zeitschr. für wiss. Mikrosk. u. mikr. Technik, 1893, Bd. X.

[3] Ann. du Jard. Bot. de Buitenzorg, 1897, Bd. XIV.

Tropfendurchmesser = 2·40 *mm.*
Fallhöhe = 11·4 *mm.*
Länge des Filamentes = 0·4 *cm.*

Der erste in der Mitte eines in schwach konvexem Bogen nach oben gerichteten Filamentes auffallende Tropfen löst eine maximale Reaktion aus (d. h. das Filament legt sich völlig an den Griffel an).

Die Trichome des Filamentes werden beim Auftreffen derartiger Tropfen nicht merklich deformiert.

Die Durchbiegung des Filamentes infolge des mechanischen Aufschlagens derartiger Tropfen beträgt jedenfalls weniger als $^1/_2$ Teilstrich des Okularmikrometers (i. e. $< 0 \cdot 04$ *mm*).

Wie aus diesem Versuche bereits hervorgeht, reichte diese Methode nicht aus, die Empfindlichkeitsgrenze zu bestimmen. Sie führte jedoch zu einem andern, interessanten Ergebnisse.

Eine Durchbiegung des Filamentes, welche nie mehr als 0·04 *mm* betrug, hatte stets eine deutliche Reaktion zur Folge. Klemmt man jedoch die Korollenbasis fest und drückt man hierauf in axialer Richtung gegen die Antherenröhre, so kann man ein Filament so stark krümmen, daß die Durchbiegung den acht- bis zehnfachen Wert und oft noch mehr erreicht, ohne daß eine Reaktion ausgelöst würde. Daraus geht wohl hervor, daß eine lokale Deformation des Filamentes, beziehungsweise ein steileres Druckgefälle die Reaktion wesentlich begünstigt.

Diese Erkenntnis ist für die Beurteilung mancher Beobachtungstatsachen auf unserem Gebiete von Wichtigkeit.

Zunächst geht daraus die Bedeutung mancher Stimulatoren klar hervor; sie übertragen nicht allein einen Stoß auf das reizbare Gewebe, sondern bewirken überdies offenbar gleichzeitig eine Lokalisierung der Deformation.

Aber auch in anderer Beziehung scheinen uns die obigen Darlegungen nicht unwichtig zu sein.

Werden die Filamente von *Portulaca grandiflora*[1] gebogen und dabei nur die Antheren berührt, so tritt keine oder

---

[1] G. Haberlandt, Sinnesorgane im Pflanzenreich, II. Aufl., Leipzig, 1906, p. 23.

nur eine schwache Reaktion auf. Ein senkrecht gegen die Oberfläche des Filamentes gerichteter Druck hingegen hat ebenso wie ein sanftes Anfassen der Filamente mit einer Pinzette, wobei eine Biegung vermieden wird, eine energische Reaktion zur Folge. »Nicht die Biegung als solche« — sagt Haberlandt — »sondern der auf die Fühlpapillen des Filamentes ausgeübte Druck wirkt als Reiz.«

Die Ähnlichkeit im Verhalten von *Portulaca* mit dem oben geschilderten von *Centaurea* ist augenfällig. Der senkrechte Stoß oder der Druck der Pinzette kann ein viel steileres Druckgefälle zur Folge haben wie die gleichmäßige Biegung des ganzen Filamentes. Der Unterschied in der Stärke der Reaktion kann auf dieser Tatsache allein beruhen und nicht als Beweis gelten für die Rolle der papillösen Zellen als Sinnesorgane.

Eine ähnliche Überlegung gilt auch für die Filamente von *Opuntia*[1] u. a.; doch würde es zu weit führen, hier näher auf diese strittigen Punkte einzugehen.

b) Versuche mit fallenden Gewichten.

Um geringere Stoßkräfte erzielen zu können, wurde ein anderer Weg eingeschlagen. Wir stellten eine Anzahl »Reitergewichte« aus feinstem Platindraht (Durchmesser $= 0 \cdot 105\, mm$) her, welche wie die Schenkel eines gleichschenkligen Dreiecks zusammengebogen waren. Während einer von uns den eventuellen Eintritt und Verlauf der Reizreaktion beobachtete, ließ der zweite den mit einer glatten Pinzette gefaßten Reiter möglichst auf die Mitte des horizontalen Filamentes fallen. Die Fallhöhe entsprach der jeweiligen Höhe der verwendeten Reiter. Eine einfache Rechnung ergibt für jeden Reiter die (lebendige Kraft) Bewegungsenergie der auffallenden Reitermasse und somit ein Maß der Intensität des Stoßes. Die nötigen Daten sind aus folgender Tabelle zu entnehmen.

[1] L. c., p. 17.

Nummer der Reiter	Länge in Millimetern	Gewicht in Milligrammen	Fallhöhe in Millimetern	Bewegungs-energie in Zenti-metergrammen
I	3·46	0·62	1	$0\cdot62.10^{-4}$
II	3·99	0·72	1·3	0·93 »
III	4·09	0·73	1·2	0·88 »
IV	4·85	0·87	1·6	1·39 »
V	5·13	0·92	1·8	1·66 »
VI	5·78	1·04	2·0	2·08 »
VII	8·93	1·60	3·5	5·60 »
VIII	9·00	1·62	3·6	5·83 »
IX	14·69	2·64	5·8	15·30 »
X	15·00	2·69	7·0	18·85 »
XI	18·00	3·23	7·0	22·62 »

Zahlreiche Versuche, welche mit gut reizbaren Filamenten aus eben geöffneten Blüten von *C. jacea* durchgeführt wurden, ergaben, daß die Reiter I bis V niemals eine Reaktion auslösten. Der Stoß des Reiters VI ergab hingegen in vereinzelten Fällen eine deutliche, wenngleich stets nur geringfügige Reaktion.[1] Reiter VII veranlaßte in der Mehrzahl der Fälle eine submaximale, nur vereinzelt eine maximale Reaktion, während eine solche durch Reiter IX ausnahmslos erzielt wurde. Die Reizschwelle liegt also für *C. jacea* unter günstigen Umständen (wie sie etwa an Sommertagen am normalen Standorte herrschen) bei einer Stoßkraft von $2\cdot08.10^{-4}$ *cmg*.[2]

---

[1] Die innere Fläche des Mittelfingers perzipierte erst den Stoß des Reiters VII.

[2] Dieser Schwellenwert hat natürlich nur bedingte Geltung, da sich die Pflanzen den natürlichen Verhältnissen entsprechend unter günstigen, wahrscheinlich aber nicht unter optimalen Bedingungen befanden. Überdies ist zu bedenken, daß Stöße gleicher Intensität einen verschiedenen Effekt hervorrufen können, je nach der Größe des Flächenstückes, welches getroffen wird. Diese Erscheinung, welche man in Analogie mit dem der Psychologie entnommenen Terminus »Extensität der Empfindung« als Reizextensität bezeichnen kann, wurde bisher unseres Wissens bei pflanzlichen Reizvorgängen

Aus diesen Versuchen geht ferner hervor, daß bei *C. jacea* in gleicher Weise, wie wir es in unserer ersten Mitteilung bereits für *C. americana* angaben, ein schwacher Reiz stets nur eine submaximale Reaktion zur Folge hat und keineswegs jeder perzipierte Reiz die volle Bewegungsamplitude auslöst.

Die Summation von Stoßreizen.

a) Versuche mit Centaurea-Filamenten.

In dem Falle, wo schwache Reize eine submaximale Reaktion auslösen, liegt die Annahme nahe, daß durch Summierung gleich starker Reize ein maximaler Effekt erzielt werden könne. Ebenso könnte unter Umständen eine Bewegung durch Summierung schwacher Stoßkräfte erzielt werden, von denen jede für sich keine Reaktion verursacht.[1]

Da wir keine Gelegenheit hatten, einen exakt funktionierenden Apparat für intermittierende und dabei außerordentlich schwache Stoßreize zu konstruieren, halfen wir uns in primitiver Weise dadurch, daß wir verschiedene Reitergewichte in möglichst kurzen Intervallen auf die Filamente auffallen ließen; da die Reiter nicht nach jedem Stoß wieder abgehoben werden konnten — das Abheben verursachte auch bei großer Vorsicht meist eine beträchtliche Deformation und Reizung der Filamente —, kam natürlich neben der Wirkung intermittierender Stöße auch eine zunehmende Druckwirkung durch das gesteigerte Gewicht der Reiter zu stande.

Die nachstehende Tabelle gibt zur Illustration einige Versuche wieder, welche mit gut reizbaren Filamenten von *C. jacea* durchgeführt wurden.

---

niemals eingehender untersucht, obgleich sich voraussichtlich gerade bei mechanischer und photischer Reizung interessante Beziehungen zwischen Extensität und Intensität des Reizes ergeben dürften. Wir hoffen gelegentlich eingehender hierüber berichten zu können.

[1] Vergl. oben p. 1742. Siehe auch Pfeffer, Bd. II, p. 442.

	Nummer der nacheinander auffallenden Reitergewichte[1]	Reaktionserfolg
Versuch 1	3 Reiter IV	0
Versuch 2	3 » IV	0
	1 » VI	0
	1 » VII	0
	1 » IX	submaximal
Versuch 3	2 » IV	0
	1 » VI	0
	1 » VII	submaximal
	1 » IX	maximal
Versuch 4	3 » IV	0
	1 » VI	0
	1 » VII	submaximal
	1 » IX	maximal
Versuch 5	3 » V	0
	1 » VI	0
	1 » VII	0
	1 » IX	submaximal

Aus diesen und andern Versuchen, die hier nicht weiter angeführt seien, ergibt sich zunächst, daß Reiter VII wie gewöhnlich eine submaximale Reaktion verursachte, daß die vorhergehenden Stöße aber, welche für sich keine Reaktion zur Folge hatten, auch unwirksam blieben, wenn sie mehrmals hintereinander auffielen.

Es wäre jedoch verfrüht, aus diesen Versuchen allein auf die Unmöglichkeit einer Summierung von Stoßreizen zu schließen. Es lag vor allem die Möglichkeit vor, daß die schwachen Stöße überhaupt nicht perzipiert wurden, d. h. keinerlei Veränderung in der reizbaren Struktur hervorriefen, wodurch natürlich die Möglichkeit einer Summierung ausgeschlossen ist. Es könnte auch die Relaxionszeit[2] kürzer sein als das Intervall zwischen zwei Stößen, wodurch natürlich gleichfalls eine Summation verhindert wird.

---

[1] 5 bis 6 Stöße erforderten einen Zeitraum von etwa $^1/_2$ Minute.

[2] Siehe Fitting, Jahrb. für wiss. Bot., Bd. 41 (1905), p. 334.

Wir untersuchten daher die Wirkung intermittierender Stöße, von denen jeder für sich einen submaximalen Effekt auslöste. Es ergab sich aber auch hier, abgesehen von vereinzelten Ausnahmen, die sich aus der primitiven Methode hinreichend erklären, daß eine durch einen schwachen Stoß erzielte submaximale Reaktion weder durch schwächere noch durch eine Anzahl gleich starker Stöße gesteigert werden kann.

Man könnte einwenden, daß nur durch den mit jedem Stoß zunehmenden statischen Druck die Empfindlichkeit für Stoß herabgesetzt wird und infolgedessen eine Reaktionssteigerung durch intermittierende gleiche Stöße unterbleibt. Wir gelangen aber auch durch andere Versuche, gegen welche dieser Einwand entfällt, zu demselben Ergebnisse. Reizt man ein Filament schwach mit einer Borste, so daß nur eine geringfügige, unter dem Mikroskop aber deutliche Reaktion auftritt, so ist durch annähernd gleich starke, auch schnell hintereinander erfolgende Stöße eine Steigerung der Reaktion nicht erzielbar, die auf jeden etwas heftigeren Stoß sofort eintritt.

Alle diese Versuche machen es mindestens wahrscheinlich, daß eine Summierung intermittierender Stoßreize bei *Centaurea*-Filamenten nicht möglich ist oder anders ausgedrückt, daß jeder Stoß das getroffene Filament vorübergehend für schwächere oder gleich starke Stöße inaktiviert, ohne die Empfindlichkeit vollständig aufzuheben.

b) Versuche mit Mimosa pudica.

Wenn es richtig ist, daß bei *Centaurea*-Filamenten eine Summation von Stoßreizen zu keiner Steigerung der Reaktion führt, so war zu erwarten, daß auch bei andern seismonastischen Pflanzenorganen sich ein ähnliches Verhalten konstatieren ließe. Wir wählten zu diesen Versuchen *Mimosa pudica*, mit welcher sich viel leichter und sicherer als mit *Centaurea*-Filamenten experimentieren ließ. Es standen uns eine Reihe schöner Exemplare in der Wiener biologischen Versuchsanstalt zur Verfügung, in deren Gewächshaus auch die

erforderlichen Experimente durchgeführt wurden. Der Leitung der Versuchsanstalt sei hiemit für das stets bewiesene Entgegenkommen unser aufrichtiger Dank ausgesprochen.

Die Experimente wurden im Gewächshause bei einer Temperatur von 19° C. durchgeführt, so daß die Reizbarkeit in erwünschter Weise etwas herabgesetzt war. Immerhin war die Reizbarkeit hinreichend groß, daß jeder ein Blättchen treffende Stoß, sofern er perzipiert wurde, »explosionsartig die volle Bewegungsamplitude« (Pfeffer[1]) auslöste. Reizt man nun ein Blättchenpaar durch einen Stoß so stark, daß nur dieses allein in die Reizlage übergeht, und schneidet man sodann unter Vermeidung von Erschütterung eines der gereizten Blättchen an, so erfolgt augenblicklich ein Zusammenschlagen der konsekutiven Blättchenpaare, also eine Weiterleitung der offenbar durch die Verletzung gesteigerten Erregung. Werden durch den anfänglichen Stoß mehrere Blättchenpaare gereizt, so schreitet nichtsdestoweniger nach dem Anschneiden eines in der Reizlage befindlichen Blättchens die Reaktion fort. Durch eine Steigerung des Wundreizes, welche man leicht dadurch erzielen kann, daß man nacheinander den Medianus, das ganze Blättchen und schließlich den sekundären Blattstiel durchschneidet, kann man mit Sicherheit ein Weiterleiten der Erregung erzielen.

Aus derartigen Versuchen ergibt sich, daß die Blättchen von *Mimosa pudica*, gleichgültig ob sie durch Stoß oder Verletzung gereizt wurden, auch in der Reizlage ihre Sensibilität — wenigstens für hinreichend starke Wundreize — nicht

---

[1] L. c., p. 442. Es ist keineswegs ausgeschlossen, daß es nur an der technischen Unmöglichkeit, Stoßreize in entsprechender Weise abzustufen, liegt, daß wir submaximale Reaktionen bei hochempfindlichen Mimosen nicht erzielen können. Für diese Anschauung spricht nicht allein der Eintritt submaximaler Reizeffekte bei herabgesetzter Sensibilität, sondern auch das nach Maßgabe der Stoßkraft verschieden weite Fortleiten der Erregung, das auch an hochempfindlichen Pflanzen zu beobachten ist. Zudem kann man nicht selten beobachten, daß sich Blättchenpaare (auch Endblättchen), welche indirekt (also durch eine zugeleitete Erregung) affiziert werden, nur unvollkommen erheben, also submaximal reagieren, während sie erst bei erneuter und entsprechend kräftigerer (primärer oder sekundärer) Erregung ihre maximale Bewegungsamplitude erreichen.

verloren haben. Der von Pfeffer[1] ausgesprochene Satz, »in den Gelenken von *Mimosa pudica* hat zudem die Inanspruchnahme durch eine einzelne Auslösung eine transitorische Sistierung der Reizbarkeit zur Folge«, trifft demnach wenigstens in dieser allgemeinen Fassung keineswegs zu.

Ob in der maximalen Reizlage befindliche Blättchen ebenso wie für Wundreize auch für Stoßreize sensibel geblieben sind, läßt sich natürlich nicht mit völliger Sicherheit entscheiden, da jeder heftigere Stoß gegen ein in der Reizlage befindliches Blättchen auch eine Erschütterung des ganzen Blattes zur Folge hat, so daß es unentschieden bleibt, ob von einem reagierenden Blättchen der Erschütterungsreiz direkt perzipiert wurde oder ob die Reaktion auf einer vom zunächst betroffenen Blättchen ausgehenden Erregung beruht. Jedenfalls scheint uns aber kein Grund zur Annahme vorzuliegen, daß sich gereizte Blättchen gegenüber Stoß- und Wundreizen verschieden verhalten, so daß es zumindestens im höchsten Maße wahrscheinlich ist, daß ein gereiztes Blättchen für Stoßreize ebenso wie für Wundreize sensibel geblieben ist.

Wir glauben demnach annehmen zu dürfen, daß ein einzelner Reizanstoß höchstens eine mehr oder minder weitgehende periodische Herabsetzung der Sensibilität, keineswegs aber ihre Sistierung veranlaßt.

Daß natürlich ein Reiz auch so heftig sein kann, daß die Herabsetzung der Empfindlichkeit tatsächlich einer totalen Sistierung gleichkommt, soll damit nicht geleugnet werden, doch würde es sich hier nur um den speziellen Fall extremer Reizung handeln.

Da also durch eine einzelne Auslösung die Sensibilität nicht völlig sistiert wird, ist gleichzeitig die Möglichkeit einer Summierung von Einzelreizungen gegeben.

Für unsere Versuche erwies sich die eingangs erwähnte Methode der fallenden Wassertropfen am geeignetsten. Da diese von der unbenetzbaren Blattoberfläche sofort abspringen, fällt in diesen Versuchen auch die störende Komplikation durch gesteigerten statischen Druck weg.

---

[1] Pflanzenphysiologie, Bd. II, p. 443.